

技術報告

新型 300W ファイバーレーザーによる精密加工特性

アレキサンダー ハンスト* 若林 浩次**

Precise Cutting Characteristics by a New 300W Fiber laser

HANGST Alexander, WAKABAYASHI koji

*トルンプレーザー GmbH+Co.KG (Aichhalder Strasse 39, D-78713 Schramberg)

**トルンプ株式会社 日本法人 (〒226-0006 横浜市緑区白山 1-18-2)

Koji.wakabayashi@jp.trumpf.com

(原稿受付 2008 年 4 月 28 日)

TRUMPF has developed 300W fiber laser which can operate from CW to 5kHz pulse modulation. The polarization is random and the beam quality is $M^2 < 1.1$. The welding quality of thin stainless steel and the cutting of thin bronze are quite good. These kinds of characteristics for precise processing are described in this paper.

Key words: fiber, laser, precise cutting, precise welding

1. はじめに

いま、ファイバーレーザーが、特に 10 kW 級のハイパワールレンジにおいて、溶接を主目的として実用化される中で、TRUMPF では、300W クラスのファイバーレーザーを精密加工用として研究開発した¹⁾。ここでは、その切断特性と溶接特性について報告する。

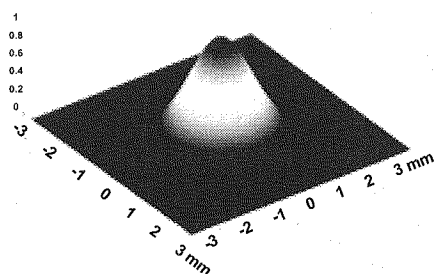
本レーザーの基本性能は、連続波から 5 kHz までをパルスモジュレーション可能で、偏光はランダム、ビーム品質は $M^2 < 1.1$ である。Fig. 1 に横モードのプロファイルを示した通り、モードはほぼ完全なシングルモードである。

2. 加工特性

2.1 切断特性

$M^2 < 1.1$ から得られる切断幅は、最小 20 μm と極めて微細であり、300 W においては最大 70 μm まで幅の拡張が可能である。Fig. 2 に 0.3 mm 厚の青銅を 20 μm 幅で切断した時の表面拡大写真を示す。切断エッジ周辺への熱影響は全く見受けられず、またエッジ自体の盛り上がりやだれなども見受けられない。この時の切断速度は 28 m/min である。

つまり、微細な切断においては、300 W のファイバーレーザーでも、十分 1kW 相当のディスクレーザーをカバーすることが可能であると考えられている。

Fig. 1 Beam quality $M^2 < 1.1$

次に、他の金属材料における 300 W 時の切断速度と板厚の関係を図. 3 のように測定した。0.5 mm 厚付近では、青銅と軟鋼では、ほぼ同等の切断速度が得られたのに対して、ステンレス鋼の場合には約倍の切断速度、また銅の場合には約半分の切断速度が得られた。さらに、薄板としては、ステンレス鋼、青銅、銅は最小で 0.2~0.25 mm 厚まで可能であり、これとは逆に軟鋼では、最大で 1.5 mm 厚までがドロスフリーで精密切断が可能であることが分かった。今後は非金属材料、たとえば LCD, PDP, OLED などの FPD 用ガラスの非破壊切断や半導体基板、バルク型太陽電池用 Si の精密切断への実用実験、応用開発も同時に進めていく。

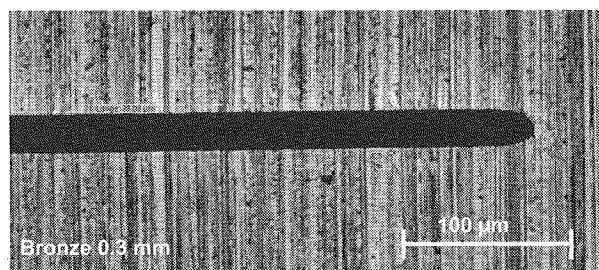


Fig. 2 Cutting of bronze of 0.3mm thickness

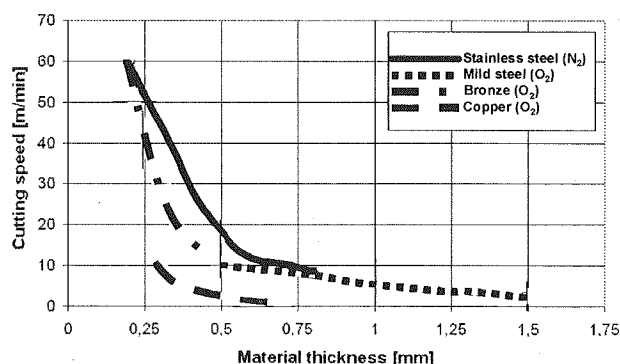


Fig. 3 Cutting speed versus material thickness

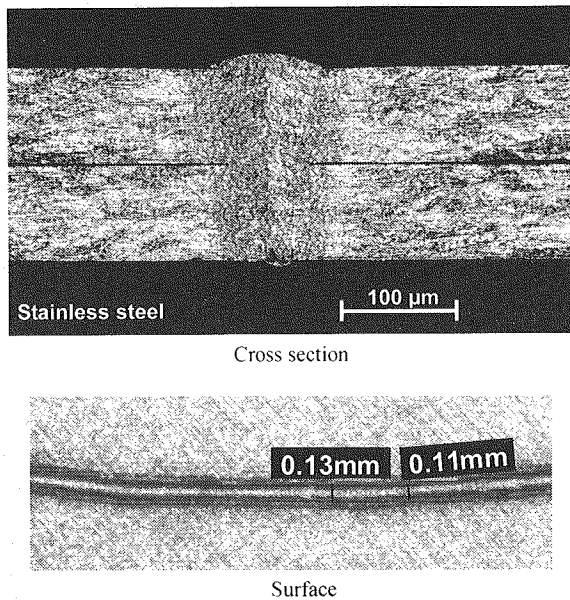


Fig. 4 Welding of stainless steel of 0.1mm thickness

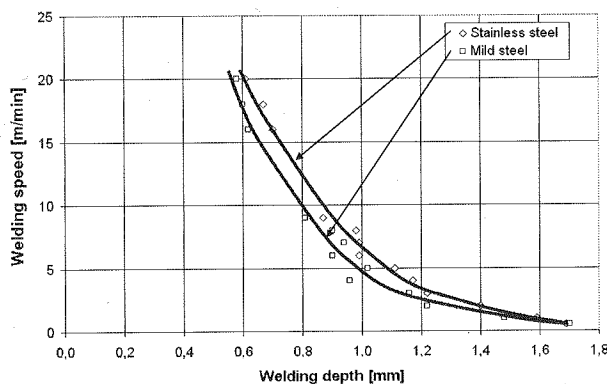


Fig. 5 Welding speed versus welding depth

2.2 溶接特性

次に、本ファイバーレーザーを使用して、薄板の溶接を試みた。Fig. 4 上段に示すのは、0.1 mm のステンレススチールを重畳で溶接した時の断面の様子である。下段の表面写真での溶接幅が平均 0.12 mm であるのに対して、断面重畳部の溶接幅は約 0.1 mm であり、また溶込みも底面に十分到達しており、ポロシティやクラックなども見当たらず溶接強度としても問題ない。

次に、軟鋼とステンレス鋼の溶接速度と深さを比較した結果を Fig. 5 に示す。レーザーパワーは 300 W、重ね合わせ溶接を行なっている。ステンレス鋼の方が同一の溶接深さでは 1~2 割ほど溶接速度が速いものの全体的な傾向としては、同等といえる。また、板厚は最小 0.6 mm まで可能であり、溶込み深さは最大で 1.7 mm まで可能であることが分かった。

他の金属材料についても、特性を取得しているが、ほぼ同様な結果が得られている。

最後に、ステンレス鋼 0.1 mm を 0.3 mm にスキャンニング

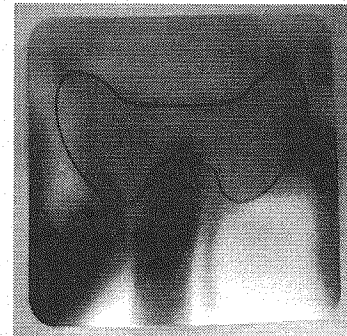
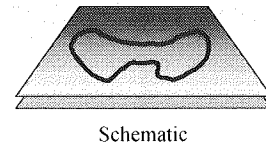


Fig. 6 Welding sample of thin stainless steel

光学系で 20 m/s で異形に重畳溶接した上面写真を Fig. 6 に示す。溶接時間はたかだか 1 秒不足であり、量産性にも優れていることが実証できた。また、溶接内面積の変形も少なく、スポット溶接では不可能なシール機能も十分期待できる。

3. 結 論

300 W ファイバーレーザーを開発し、その精密加工特性を検証した。

- (1) 精密切断において、青銅 0.3 mm 厚を 20 μm 幅で速度 28 m/min を達成した。
- (2) 精密溶接において、ステンレス鋼 0.5 mm 厚の重ねを約 0.12 mm 幅で速度 7 m/min で達成した。

これと同等の切断と溶接を行おうとした場合、ディスク 1 kW のビーム広がり角が 2 mm·mrad であるのに対して、ファイバーでは 0.4 mm·mrad であり、ビーム集光強度の点においては、むしろ優れる。1kW を超える高出力切断や溶接については、昨今ディスクレーザーを使用した応用が、重工業や自動車工業で定着しつつあるものの、1kW 以下における、微細あるいは高精度な切断や溶接では、逆にファイバーを使用したシステムアップのほうが省スペース、外形寸法 485 mm(L)×700 mm(D)×800 mm(H) などの点で優れている。

また、本ファイバーレーザーは、同時 3 分岐が可能であり、半導体、FPD、太陽電池のマイクロ切断や溶接工程でも、生産性の向上と品質の改善につながるものと考えており、当該分野における一早い応用が待たれる。

参考文献

- 1) Tim Hayes.: Trumpf introduces single-mode fiber laser, optics.org, (2007), <http://optics.org/cws/article/industry/30426>.